

庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月30日

出願番号

Application Number:

特願2002-287299

[ST.10/C]:

[JP2002-287299]

出願人

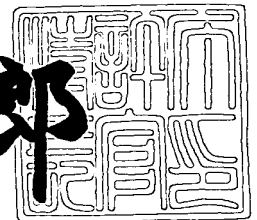
Applicant(s):

富士写真フイルム株式会社

2003年 4月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3028679

【書類名】 特許願

【整理番号】 P27162J

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01S 5/10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 永野 和彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 岡崎 洋二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 蔵町 照彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 山中 英生

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
 【発明の名称】 レーザ装置
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の半導体レーザ素子と、マルチモード光ファイバと、前記複数の半導体レーザ素子からそれぞれ出射されたレーザビームを集光し前記マルチモード光ファイバの入射端に結合させる集光光学系とを備えてなるレーザ装置において、

前記マルチモード光ファイバの出射端に、該出射端を大気から保護するとともに、前記出射端から所定以上の距離をおいて設けられた出射窓を有する保護手段が設けられていることを特徴とするレーザ装置。

【請求項 2】 前記保護手段が、前記出射端に固着された、少なくとも固着される面と対向する他方の面を有する透明体であり、前記出射窓が前記他方の面であることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ装置。

【請求項 3】 前記保護手段が、内部に前記出射端を含むように前記出射端近傍に取付けられた、不活性ガスにより気密封止された密閉容器であり、前記出射窓が前記密閉容器に前記出射端と対向する位置に設けられたガラス窓であることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ装置。

【請求項 4】 前記保護手段が、内部に前記出射端を含むように前記出射端近傍に取付けられた、不活性ガスを流動させるための気体循環装置に連結された排気口と給気口とを備えた密閉容器であり、前記出射窓が前記密閉容器に前記出射端と対向する位置に設けられたガラス窓であることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ装置。

【請求項 5】 前記気体循環装置に、前記排気口より排気されたガスに含まれる汚染物質を除去するためのフィルターを備えたことを特徴とする請求項 4 記載のレーザ装置。

【請求項 6】 前記出射端のコア径が $100\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 から 5 いずれか 1 項記載のレーザ装置。

【請求項 7】 前記半導体レーザ素子が GaN 系の半導体からなるものであることを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか 1 項記載のレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーザー装置に関し、特に、複数の半導体レーザー素子から発せられたレーザービームを集光光学系により光ファイバーに合波するレーザー装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在、紫外域のレーザービームを発生させる装置として、半導体レーザー励起固体レーザーから発せられた赤外光を紫外域の第3高調波に変換する波長変換レーザーや、エキシマレーザーや、Arレーザーが実用に供されている。一方、400nm近傍の波長のレーザービームを発するGaN系半導体レーザー素子も提供されている。

【0003】

このような波長のレーザービームを発する光源は、350～420nmの紫外領域を含んだ所定の波長域（以下「紫外域」という）に感度を有する感光材料を露光する露光装置において、露光用光源として適用することも考えられている。その場合の露光用光源は、当然ながら、感光材料を感光させるのに十分な出力を備えることが要求されている。

【0004】

しかし上記エキシマレーザーは、装置が大型で、コストやメンテナンスコストも高いという問題がある。

【0005】

また、赤外光を紫外域の第3高調波に変換する波長変換レーザーは、波長変換効率が非常に低いことから、高出力を得るのは極めて困難になっている。そしてこのような波長変換レーザーは、高価な光波長変換素子を用いるために、コストがかなり高いものとなっている。

【0006】

またArレーザーは電気-光効率が0.005%と非常に低く、寿命が1000時間程

度と非常に短いという問題がある。

【0007】

一方、GaN系半導体レーザーについては、低転位のGaN結晶基板が得られないことから、ELOGという成長方法によって約5 μ m程度の低転位領域を作り出し、その上にレーザー領域を形成して高出力化と高信頼性を実現する試みがなされている。しかし、こうして作製されるGaN系半導体レーザーにおいても、大面積に亘って低転位の基板を得るのが難しいので、500mW～1W級の高出力なものは未だ商品化されていない。

【0008】

そこで、複数の半導体レーザー素子と、1本のマルチモード光ファイバと、複数の半導体レーザー素子から出射されたレーザービームをマルチモード光ファイバに合波する、高出力化が可能な合波レーザー光源が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0009】

しかし、このような合波レーザー光源において、密閉容器内に残存する汚染物質が半導体レーザー素子の出射端面、レンズおよび光ファイバ等の光学部品に付着して、レーザー特性を劣化させるという問題がある。汚染物質の1つとしては、製造工程の雰囲気中から混入する炭化水素化合物等が挙げられ、この炭化水素が、レーザー光により重合あるいは分解されて分解物が付着し、出力の向上を妨げることが知られている。

【0010】

また、空中を浮遊している低分子シロキサンが紫外線による光化学反応で酸素と反応し、光学ガラス窓部品にSiO_xの形で堆積、付着することが開示されており、このため、大気と接する「窓」部材の定期的な交換を推奨している（例えば、特許文献2参照）。

【0011】

そこで、汚染物質の付着等の問題を解決するために、炭化水素化合物等を分解することを目的とした酸素を100ppm以上封止ガスに混入させることが提案されている（例えば、特許文献3参照）。

【 0 0 1 2 】

また、400nm以下の紫外線を光学部品に照射する光学系において、光学部品の雰囲気を99.9%以上の窒素とすることが提案されている（例えば、特許文献4参照）。

【 0 0 1 3 】

また、レーザ装置内の油分等を脱脂、洗浄することが提案されている（例えば、特許文献5参照）。

【 0 0 1 4 】

【特許文献1】

特開2002-202442号公報

【 0 0 1 5 】

【特許文献2】

特開平11-54852号公報

【 0 0 1 6 】

【特許文献3】

米国特許5392305号公報

【 0 0 1 7 】

【特許文献4】

特開平11-167132号公報

【 0 0 1 8 】

【特許文献5】

特開11-87814号公報

【 0 0 1 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献4に記載のような、外部共振器部分を有する紫外線発生光学系において、外部共振器内を99.9%以上の窒素でパージするには、高純度窒素を供給するための高額な設備を必要とするため、レーザ装置の高コスト化を免れない。

【 0 0 2 0 】

一方、本出願人による特願2002-101722号において、発振波長が350～450 nmの半導体レーザー素子を含むモジュールでは、封止雰囲気中の酸素濃度が高くなり過ぎると、却ってレーザー特性が劣化することが判明したことが記載されている。

【0021】

レーザーモジュールに使用する半導体レーザー素子の発振波長を410 nm、810 nm、980 nmと変更し、特許文献5に記載されているような洗浄工程を実施したレーザーモジュールを用いて、封止雰囲気中の酸素濃度に対する信頼性の変化を評価したところ、波長410 nmの半導体レーザー素子を用いたレーザーモジュールでは、経時モジュール劣化速度の酸素濃度に対する依存性は、波長810 nm、波長980 nmの赤外波長を用いたモジュールに見られるような、酸素濃度増加に伴うレーザー特性の改良効果が見られなかった。

【0022】

すなわち、波長810 nm、980 nmの赤外波長のレーザー光に対しては、モジュール内ファイバ入射端面、レンズ等、レーザー光路上に存在する光学部品表面に堆積する炭化水素系有機化合物の分解反応が、酸素濃度の増加とともに活発になり、経時信頼性の向上が見られる。これに対し、波長410 nmのレーザー光に対しては、酸素濃度が100 ppm以上になると逆に信頼性が悪くなる。

【0023】

これは、酸素濃度が100 ppm以上の領域では、ファイバ端面集光部におけるケイ素化合物の堆積が顕在化することによる。このケイ素化合物の堆積物も炭化水素化合物と同様に、光学的な吸収を発生させるため、連続発振における経時信頼性が著しく損なわれる。

【0024】

すなわち、レーザー光と炭化水素ガスの反応により生成される炭化水素堆積物は、一定量以上の酸素を含んだガス雰囲気下で二酸化炭素(CO_2)と水(H_2O)とに分解されて除去される。しかしながら、堆積物には炭化水素だけではなく珪素化合物が含まれている。この珪素化合物の堆積物は、酸素を雰囲気中に含有させるだけでは分解あるいは除去することができない。堆積する珪素化合物は、シ

ロキサン結合 ($\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$)、シラノール基 ($-\text{Si}-\text{OH}$) 等の珪素 (ケイ素) 原子を含有する有機化合物ガス (以下、「有機珪素化合物」という) とレーザー光の光化学反応により発生する。しかも、雰囲気中の酸素の存在は、その光化学反応の反応速度を速めてしまう。

【0025】

ここでいう珪素化合物とは、有機、無機を問わず珪素原子を含むあらゆる構造を有している化合物であり、無機酸化珪素 (SiO_x)、有機珪素化合物、炭化珪素化合物、有機炭化珪素化合物等が含まれる。また、有機珪素化合物ガスは、モジュール製造工程中の任意の場所に使用されているシリコン系材料から発生されるガスであり、モジュール内の各部品表面に付着している場合に、これを封止して使用すると封止雰囲気中にも微量の有機珪素化合物ガスが含まれる。

【0026】

これらの製造工程中に存在するガス成分は、通常のクリーンルームが封止ガス精製機を設置するだけでは、完全に除去することができない。これを除去するためには多大な設備投資が必要となる。また、特許文献5に記載のよう脱脂、洗浄工程を実施しても製造工程雰囲気中から有機ケイ素化合物ガスが混入するのを避けることはできない。

【0027】

従って、上記のように、炭化水素化合物の堆積を防止するために、封止雰囲気中に酸素を含有させる場合であっても、酸素含有量が多すぎると珪素化合物の堆積が増加してレーザー特性が劣化し、信頼性が悪化することになる。そして、モジュール内部のファイバ入射端面、レンズ等の光学部品は、モジュール内に接着剤やろう材で固定されており、特許文献2のようにこれらを交換することは不可能である。

【0028】

今後、上記のような合波レーザー光源等のようにレーザー装置の高出力化高輝度化が進むと、エネルギーの高い紫外域の光を発するレーザーの場合、半導体レーザー素子の出射端面、光ファイバーの入射端および光学部材のみならず、光ファイバーの出力端においてもパワー密度が高くなるため、有機物が分解され易く、その分解

物や雰囲気中の埃等の汚染物質も付着し易くなる。

【 0 0 2 9 】

本発明は上記事情に鑑み、低コストで製造可能な、高出力および高信頼性が得られるレーザ装置を提供することを目的とするものである。

【 0 0 3 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明のレーザ装置は、複数の半導体レーザ素子と、マルチモード光ファイバと、前記複数の半導体レーザ素子からそれぞれ出射されたレーザビームを集光し前記マルチモード光ファイバの入射端に結合させる集光光学系とを備えてなるレーザ装置において、

マルチモード光ファイバの出射端に、該出射端を大気から保護するとともに、前記出射端から所定以上の距離をおいて設けられた出射窓を有する保護手段が設けられていることを特徴とするものである。

【 0 0 3 1 】

保護手段は、出射端に固着された、少なくとも固着される面と対向する他方の面を有する透明体であってもよく、その場合、出射窓はその透明体の前記他方の面であることが望ましい。

【 0 0 3 2 】

また、保護手段は、内部に出射端を含むように出射端近傍に取付けられた、不活性ガスにより気密封止された密閉容器であってもよく、その場合、出射窓は密閉容器に出射端と対向する位置に設けられたガラス窓であることが望ましい。

【 0 0 3 3 】

また、さらに保護手段は、内部に出射端を含むように出射端近傍に取付けられた、不活性ガスを流動させるための気体循環装置に連結された排気口と給気口とを備えた密閉容器であってもよく、その場合、出射窓は密閉容器に出射端と対向する位置に設けられたガラス窓であることが望ましい。さらには、気体循環装置に、排気口より排気されたガスに含まれる汚染物質を除去するためのフィルターを備えることが望ましい。

【 0 0 3 4 】

なお、ここでいう不活性ガスとは、レーザ装置の部材等に不活性なガスであり、例えば、乾燥した窒素、アルゴン等の希ガス等を示す。

【0035】

また、不活性ガス中に、1 ppm以上の濃度とハロゲン族ガスおよびハロゲン化合物ガスの少なくとも一方とを含むことが望ましい。さらには、1～100 ppmとすることが望ましい。また、ハロゲン族ガスおよびハロゲン化合物ガスは、フッ素原子を含有していることが望ましい。また、ハロゲン化合物ガスは炭素、窒素、硫黄およびキセノン各々のフッ化物と、炭素、窒素、硫黄およびキセノン各々の塩化物とからなる群から選択される少なくとも一種であることが望ましい。

【0036】

また、気密封止される光ファイバの出射端、および気密封止される出射窓の最表面層を、ハロゲン族ガスおよびハロゲン化合物ガスに対し不活性な材料で構成することが望ましい。この不活性な材料は、インジウム、ガリウム、アルミニウム、チタンおよびタンタル各々の酸化物とガリウム、アルミニウム、チタンおよびタンタル各々の窒化物とからなる群から選択される少なくとも一種であることが望ましい。

【0037】

出射端のコア径は100 μ m以下であることが望ましい。

【0038】

また、半導体レーザ素子はGa N系の半導体からなるものが望ましい。

【0039】

【発明の効果】

本発明のレーザ装置によれば、上記のような構成のレーザ装置において、マルチモード光ファイバの出射端に、出射端を大気から保護し、出射端から所定以上の距離をおいて設けられた出射窓を有する保護手段が設けられていることにより、出射端面に汚染物質が付着するのを防止できるので、光出力を向上させることができ、また高い信頼性を得ることができる。

【0040】

保護手段が、出射端に固着された、少なくとも固着される面と対向する他方の面を有する透明体であり、出射窓をその透明体の前記他方の面とした場合は、最終的にレーザビームが出射される出射端面（すなわち出射窓）がマルチモード光ファイバの出射端より離れた他方の面となるので、出射端面のパワー密度が下がり、汚染物質の付着を防止することができる。また、出射端面のパワー密度が下がることにより、出射端面付近の有機物の分解能力が低下するため、出射端面への分解物の付着を防止することができる。

【 0 0 4 1 】

また、保護手段が、内部に出射端を含むように出射端近傍に取付けられた、不活性ガスにより気密封止された密閉容器であり、出射窓を密閉容器に出射端と対向する位置に設けられたガラス窓とした場合は、上記同様、出射端面のパワー密度を下げることができ、良好に汚染物質の付着を防止することができる。また、不活性ガスにより気密封止されているためさらに汚染物質の付着を抑制することができる。

【 0 0 4 2 】

またさらに、保護手段が、内部に出射端を含むように出射端近傍に取付けられた、不活性ガスを流動させるための気体循環装置に連結された排気口と給気口とを備えた密閉容器であり、出射窓を密閉容器に出射端と対向する位置に設けられたガラス窓とした場合は、前述のように、出射端面のパワー密度を下げるができる。また、常に不活性ガスが出射端面付近に存在することとなるため、良好に汚染物質の付着を防止することができる。また、前述のような高純度な窒素供給設備を必要としないため低コストで高い信頼性および出力を得ることが可能なレーザ装置とすることができる。

【 0 0 4 3 】

さらには、気体循環装置に、排気口より排気されたガスに含まれる汚染物質を除去するためのフィルターを備えた場合は、密閉容器内あるいは気体循環装置に含まれる汚染物質を良好に除去することができ、さらに信頼性の高い高出力化が可能なレーザ装置とすることができる。

【 0 0 4 4 】

不活性ガス中に、1 p p m以上の濃度の酸素とハロゲン族ガスおよびハロゲン化合物ガスの少なくとも一方（以下、「ハロゲン系ガス」という）とを含むこととした場合は、炭化水素堆積物が酸化分解されて減少すると共に、ケイ素化合物による堆積物がハロゲン系ガスで分解、除去されて減少するので、レーザ特性の劣化が効果的に抑制される。これにより信頼性の高いレーザモジュールを提供することができる。

【 0 0 4 5 】

また、気密封止される光ファイバの出射端、および気密封止される出射窓の最表面層を、ハロゲン族ガスおよびハロゲン化合物ガスに対し不活性な材料で構成することは、ハロゲン系ガスは反応性が高いので、これらの部材の劣化を防止するのに効果的である。

【 0 0 4 6 】

また、出射端のコア径が1 0 0 μ m以下である出射端のパワー密度が高いレーザ装置において本発明を適用することは、良好に汚染物質の付着を防止するために効果的である。

【 0 0 4 7 】

また、半導体レーザ素子がG a N系の半導体からなるレーザ装置においては、エネルギーの高い紫外域のレーザビームを発するため、本発明を適用することは、汚染物質の付着を防止するために効果的である。

【 0 0 4 8 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて詳細に説明する。

【 0 0 4 9 】

本発明の第1の実施の形態によるレーザ装置について説明する。図1はそのレーザ装置の構成を示す概略平面図であり、図2および図3はモジュール形状を示す概略平面図および側面図である。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態によるレーザ装置は、図1に示すように、銅または銅合金からなるヒートブロック（放熱ブロック）10上に配列固定された一例として8個のチッ

ブ状態の横シングルモードシングルキャビティ GaN 系半導体レーザ LD 1、LD 2、LD 3、LD 4、LD 5、LD 6、LD 7 および LD 8 と、コリメータレンズ 11 と、集光レンズ 12 と、1 本のマルチモード光ファイバ 13 と、マルチモード光ファイバ 13 の出射端に融着された、厚さ (L) が 2 mm 程度の直方体のガラス 14 とから構成されている。

【 0 0 5 1 】

なおこの図 1 は、本実施の形態のレーザ装置の基本構成を示すものであり、コリメータレンズ 11 および集光レンズ 12 の形状は概略的に示してある。なお、GaN 系半導体レーザ LD 1 ～ 8 は、例えば A 1 N からなるサブマウント 9 上に固設されたものをヒートブロック 10 に取付けてもよい。

【 0 0 5 2 】

GaN 系半導体レーザ LD 1 ～ 8 は、発振波長が例えば全て共通の 400 nm であり、最大出力も全て共通の 50 mW である。これらの GaN 系半導体レーザ LD 1、LD 2、LD 3、LD 4、LD 5、LD 6、LD 7 および LD 8 から発散光状態で出射したレーザービーム B 1、B 2、B 3、B 4、B 5、B 6、B 7 および B 8 は、それぞれマイクロレンズアレイ 11 によって平行光化される。

【 0 0 5 3 】

平行光とされたレーザービーム B 1 ～ 8 は、集光レンズ 12 によって集光され、マルチモード光ファイバ 13 のコア 13 a の入射端面上で収束する。本例ではマイクロレンズアレイ 11 および集光レンズ 12 によって集光光学系 19 が構成され、それとマルチモード光ファイバ 13 とによって合波光学系が構成されている。すなわち、集光レンズ 12 によって上述のように集光されたレーザービーム B 1 ～ 8 がこのマルチモード光ファイバ 13 のコア 13 a に入射してファイバ 13 内を伝搬し、1 本のレーザービーム B に合波されてマルチモード光ファイバ 13 に融着されたガラス 14 の出射端面 14 a から出射する。

【 0 0 5 4 】

マルチモード光ファイバ 13' は、コア 13 a とその周囲のクラッド 13 b とからなるマルチモード光ファイバ 13 の周囲が樹脂層により被覆されているものである。

【 0 0 5 5 】

なおマルチモード光ファイバ13としては、ステップインデックス型のもの、グレーデッドインデックス型のもの、およびそれらの複合型のものが全て適用可能である。

【0056】

本実施の形態においては、ガラス14をマルチモード光ファイバ13の出射端に融着したが、ガラスの代わりにプラスチックを用いてもよく、透明材料であればよい。

【0057】

次に、上記構成からなるレーザ装置の実装形態について説明する。図2および図3はそれぞれ、その実装形態の平面形状および側面形状を示すものである。

【0058】

図2および図3に示すように、Ga_{0.4}N_{0.6}系半導体レーザLD1～8と、マイクロレンズアレイ11と、集光レンズ12と、1本のマルチモード光ファイバ13の入射端とは、上方が開いた箱状のパッケージ40内に收容され、このパッケージ40の上記開口がパッケージ蓋41によって閉じられることにより、該パッケージ40およびパッケージ蓋41によって形成される閉空間内に密閉保持される。

【0059】

パッケージ40の底面にはベース板42が固定され、このベース板42の上面に前記ヒートブロック10が取り付けられ、そしてこのヒートブロック10にマイクロレンズアレイ11を保持するコリメータレンズホルダ44が固定されている。さらにベース板42の上面には、集光レンズ12を保持する集光レンズホルダ45と、マルチモード光ファイバ13の入射端部を保持するファイバホルダ46が固定されている。またGa_{0.4}N_{0.6}系半導体レーザ素子LD1～8に駆動電流を供給する配線類47は、パッケージ40の横壁面に形成された開口を通してパッケージ外に引き出されている。

【0060】

なお図2においては、図の煩雑化を避けるために、Ga_{0.4}N_{0.6}系半導体レーザ素子LD1～8のうち1つのGa_{0.4}N_{0.6}系半導体レーザ素子LD1にのみ番号を付し、またレーザビームB1～8のうちB1のみに番号を付してある。

【0061】

GaN系半導体レーザ素子LD1～8としては、発光幅が約 $1\mu\text{m}$ で、活性層と平行な方向、直角な方向の拡がり角が一例としてそれぞれ 10° 、 30° の状態で作る各々レーザービームB1～8を発するものが用いられている。これらのGaN系半導体レーザ素子LD1～8は、活性層と平行な方向に発光点が1列に並ぶように配設されている。

【0062】

この構成においては、マイクロレンズアレイ11の各レンズのNA（開口数）を0.2とし、集光レンズ12による各ビームの集束角 $\alpha = 11^\circ$ とすると、レーザービームB1～8のマルチモード光ファイバ13のコア13a上での収束スポット径は約 $18\mu\text{m}$ となる。そして、GaN系半導体レーザ素子LD1～28の出力が全て50mWのとき、合波されたレーザービームBの出力は400mWとなる。

【0063】

マルチモード光ファイバ13としては、三菱電線工業株式会社製のステップインデックス型光ファイバを基本として、コア径 $=50\mu\text{m}$ 、 $\text{NA}=0.2$ 、端面コート透過率 $=99.5\%$ 以上のものが用いられている。本例の場合、先に述べたコア径 $\times\text{NA}$ の値は $10\mu\text{m}$ である。

【0064】

また、ガラス14の厚さ（L）が2mm程度であり、マルチモード光ファイバ13の出射端からガラス14の出射端面14aまでのレーザービームBの拡がり角は 16.5° であるため、ガラス14の出射端面14aにおけるレーザービーム径は約1.2mmに拡大し、パワー密度は、マルチモード光ファイバ13の出射端と比較して $1/1000$ 程度に低減している。

【0065】

上記第1の実施の形態においては、マルチモード光ファイバ13の出射端にガラス14を融着により固着したが、図4に示すように、マルチモード光ファイバ13の出射端近傍の周囲を金属15によりメタライズし、さらにガラス14の光ファイバ13の固着面を金属16によりメタライズし、ハンダ17によりメタライズされたマルチモード光ファイバ23とガラス14を固着してもよい。なお、マルチモード光ファイバ13の出射面およびガラス14の入射面には、金属層15および16によって形成され

る空気層による反射を防止して、ビーム透過率を上げるため、合波されたレーザービームBの発振波長に対して無反射となる端面コート18が施されている。

【 0 0 6 6 】

次に、本発明の第2の実施の形態によるレーザー装置について説明する。本実施の形態によるレーザー装置は、半導体レーザー素子、集光光学系および合波光学系については上記第1の実施の形態と同様であるため、これらの説明は省略し、マルチモード光ファイバの出射近傍に設けられた保護手段についてのみ説明する。その側面図を図5に示す。

【 0 0 6 7 】

図5に示すように、出射端近傍がメタライズされたマルチモード光ファイバ23が、出射窓となるガラス窓21を備えたパッケージ20内に、ホルダ24上に固設されている。パッケージ内を不活性ガスにより置換した後、蓋22によりメタル封止する。

【 0 0 6 8 】

マルチモード光ファイバ23の出射端からガラス窓21の出射端面までの距離（L）は2mm程度であって、ガラス窓21の出射端面におけるパワー密度はマルチモード光ファイバ23の出射端におけるパワー密度と比較して約1/1000程度に減少している。

【 0 0 6 9 】

マルチモード光ファイバ23'は、コア層とクラッド層とからなるマルチモード光ファイバ23の周囲が樹脂層により被覆されたものである。

【 0 0 7 0 】

なお、パッケージ20に充填する不活性ガスとしては、窒素（純度99.99%）中に、1ppm以上の濃度の酸素とハロゲン族ガスおよびハロゲン化合物ガスの少なくとも一方とを含有するものが望ましい。

【 0 0 7 1 】

封止雰囲気中に1ppm以上の濃度の酸素が含まれると、レーザーモジュールの劣化を抑制することができる。このような劣化抑制効果が得られるのは、封止雰囲気中に含有される酸素が、炭化水素成分の光分解により発生した固形物を酸化

分解するためである。一方、酸素濃度が 1 p p m 未満であると、劣化抑制効果が得られない。酸素濃度が高すぎると却って有機珪素化合物ガスの光化学反応が促進されるので、封止雰囲気中の酸素濃度は 1 ~ 800 p p m の範囲が好ましく、1 ~ 100 p p m の範囲が特に好ましい。

【0072】

ハロゲン族ガスとは、塩素ガス (Cl_2)、フッ素ガス (F_2) 等のハロゲンガスであり、ハロゲン化合物ガスとは、塩素原子 (Cl)、臭素原子 (Br)、ヨウ素原子 (I)、フッ素原子 (F) 等のハロゲン原子を含有するガス状の化合物である。

【0073】

ハロゲン化合物ガスとしては、 CF_3Cl 、 CF_2Cl_2 、 CFCl_3 、 CF_3Br 、 CCl_4 、 $\text{CCl}_4\text{-O}_2$ 、 $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ 、 Cl-H_2 、 CF_3Br 、 PCl_3 、 CF_4 、 SF_6 、 NF_3 、 XeF_2 、 C_3F_8 、 CHF_3 等が挙げられるが、フッ素又は塩素と炭素 (C)、窒素 (N)、硫黄 (S)、キセノン (Xe) との化合物が好ましく、フッ素原子を含有するものが特に好ましい。

【0074】

ハロゲン系ガスが微量から劣化抑制効果を発揮するが、顕著な劣化抑制効果を得るためには、ハロゲン系ガスの含有濃度を 1 p p m 以上とするのが好ましい。このような劣化抑制効果が得られるのは、封止雰囲気中に含有されるハロゲン系ガスが有機珪素化合物ガスの光分解により発生した堆積物を分解するためである。

【0075】

光学部品を被覆する最表面の材料には、珪素 (Si)、モリブデン (Mo)、クロム (Cr)、スズ (Sn)、またはジルコニウム (Zr) の酸化物または窒化物等、ハロゲン系ガスに対して反応性を有する材料を使用する場合には、これらの光学部品の最表面層がエッチングされて、モジュールの信頼性が低下する。

【0076】

従って、気密封止されるマルチモード光ファイバの出射端部、および出射窓の封止雰囲気に曝される最表面層には、例えば、インジウム (In)、ガリウム (Ga)

Ga)、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)またはタンタル(Ta)の酸化物または窒化物のように、ハロゲン系ガスに対して不活性な材料を使用することが好ましい。

【0077】

次に、本発明の第3の実施の形態によるレーザ装置について説明する。本実施の形態によるレーザ装置は、半導体レーザ素子、集光光学系および合波光学系については上記第1の実施の形態と同様であるため、これらの説明は省略し、マルチモード光ファイバの出射近傍に設けられた保護手段についてのみ説明する。その平面図を図6に示す。

【0078】

図6に示すように、本実施の形態における、メタライズされたマルチモード光ファイバ23は、出射窓となるガラス窓31を備えたパッケージ30内に、ホルダ34上に固設されている。パッケージ30には、給気口32aと排気口32bとが設けられており、さらに、排気口32bから引き出された配管に設けられた汚染物質を除去するフィルター35と、不活性ガスを循環させるポンプ36と、ガスボンベ38からのガス補充を調整するバルブ37とを備えてなる気体循環装置を備えている。なお、パッケージ30は不図示の蓋によりメタル封止される。

【0079】

フィルター35には、吸着剤が充填されたものを用いることが好ましい。吸着剤としてはゼオライト吸着剤、活性炭あるいはゼオライト吸着剤と活性炭の両方を用いることができる。ゼオライト吸着剤としては、東ソー(株)製の「ゼオラム F9 HA」が好ましく、この「ゼオラム F9 HA」はアルカリ金属あるいはアルカリ土類金属の結晶性含水アルミノケイ酸塩($\text{Me}/x \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$: Meはx価の金属イオン)からなるものである。ゼオライト吸着剤の量はパッケージの内容積、推定される汚染物質および吸着剤の吸着能力等を考慮して決定されることが望ましい。またゼオライト系の吸着剤に限らず他の組成からなる吸着剤を用いてよい。

【0080】

また、さらに、吸着剤が充填されたフィルター内に、Pt、Pd等の触媒を添

加し、このフィルターを500℃に加熱して炭化水素化合物を分解させるようにしてもよい。

【0081】

また、本実施の形態においては、配管中にフィルターを設けて汚染物質を除去することとしたが、パッケージ30内のレーザビームBの光路上でない箇所に、吸着剤を無機系あるいは有機系の接着剤により接着して汚染物質を除去することとしてもよい。

【0082】

本実施の形態においても、レーザビームBが大気中に出射される端面がマルチモード光ファイバ23の出射端から離れたガラス窓31であるので、最終的な出射端面でのパワー密度を低減することができる。また、マルチモード光ファイバ23の出射端からガラス窓31の出射端面までの距離を調整することにより、ガラス窓31の出射端面でのパワー密度を調整することが可能である。

【0083】

次に、本発明の第4の実施の形態によるレーザ装置について説明する。そのレーザ装置の概略斜視図を図7に示す。

【0084】

図7に示すように、本実施の形態によるレーザ装置は、上記GaN系半導体レーザ素子LD1～8と、マイクロレンズアレイ11と、集光レンズ12と、出射端がメタライズされたマルチモード光ファイバ23の入射端とがパッケージ40に密封されてなるレーザ装置100個を、パッケージ40から引き出された、樹脂被覆されたマルチモード光ファイバ23'が一次元状に並ぶように配置されてなるものである。

【0085】

マルチモード光ファイバ23'の出射端近傍は周囲の樹脂被覆が除去される代わりにメタライズ処理が施されている。光ファイバ23の出射端近傍に、前述の図5に示すような、光ファイバ23の配列方向に長い、窓ガラス52を備えたパッケージ51が取付けられており、不活性ガス雰囲気中でメタル封止されてなるものである。本実施の形態によるレーザ装置は、マルチモード光ファイバ23の出射端を1次元

状に配設して、それらのマルチモード光ファイバ23の各々から高輝度で高密度の紫外レーザービームBを出射するものである。

【0086】

このようなレーザー装置において、本発明の、光ファイバの出射端を大気から保護し、出射端から所定以上の距離をおいて設けられた出射窓を有する保護手段を設けることにより、出射端面でのパワー密度を低減することができるので、汚染物質の付着を良好に防止できる。

【0087】

本実施の形態では、マルチモード光ファイバ23の出射端が不活性ガスにより気密封止されてなるものとしたが、上記第1の実施の形態に示すように、ガラスあるいはプラスチック等の透明材料を光ファイバアレイの出射端に融着してもよいし、上記第3の実施の形態に示すように、気体循環装置に連結された排気口と給気口とを備えた密閉容器を取付けて、密閉容器内部に不活性ガスが流動するようにしてもよい。不活性ガスについては前述のガスを用いることができる。

【0088】

本発明によるレーザー装置は、マルチモード光ファイバの出射端に、該出射端を大気から保護し、出射端から所定以上の距離をおいて設けられた出射窓を有する保護手段が設けられていることにより、出射端面に有機物等の汚染物質が付着するのを防止でき高い出力と信頼性を低コストで得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態によるレーザー装置を示す概略構成図

【図2】

第1の実施の形態によるレーザー装置の実装形態を示す平面図

【図3】

第1の実施の形態によるレーザー装置の実装形態を示す側面図

【図4】

第1の実施の形態における光ファイバの出射端とガラスとの他の接着形態を示す断面図

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態によるレーザ装置における保護手段を示す側面図

【図 6】

本発明の第 3 の実施の形態によるレーザ装置における保護手段を示す平面図

【図 7】

本発明の第 4 の実施の形態によるレーザ装置を示す斜視図

【符号の説明】

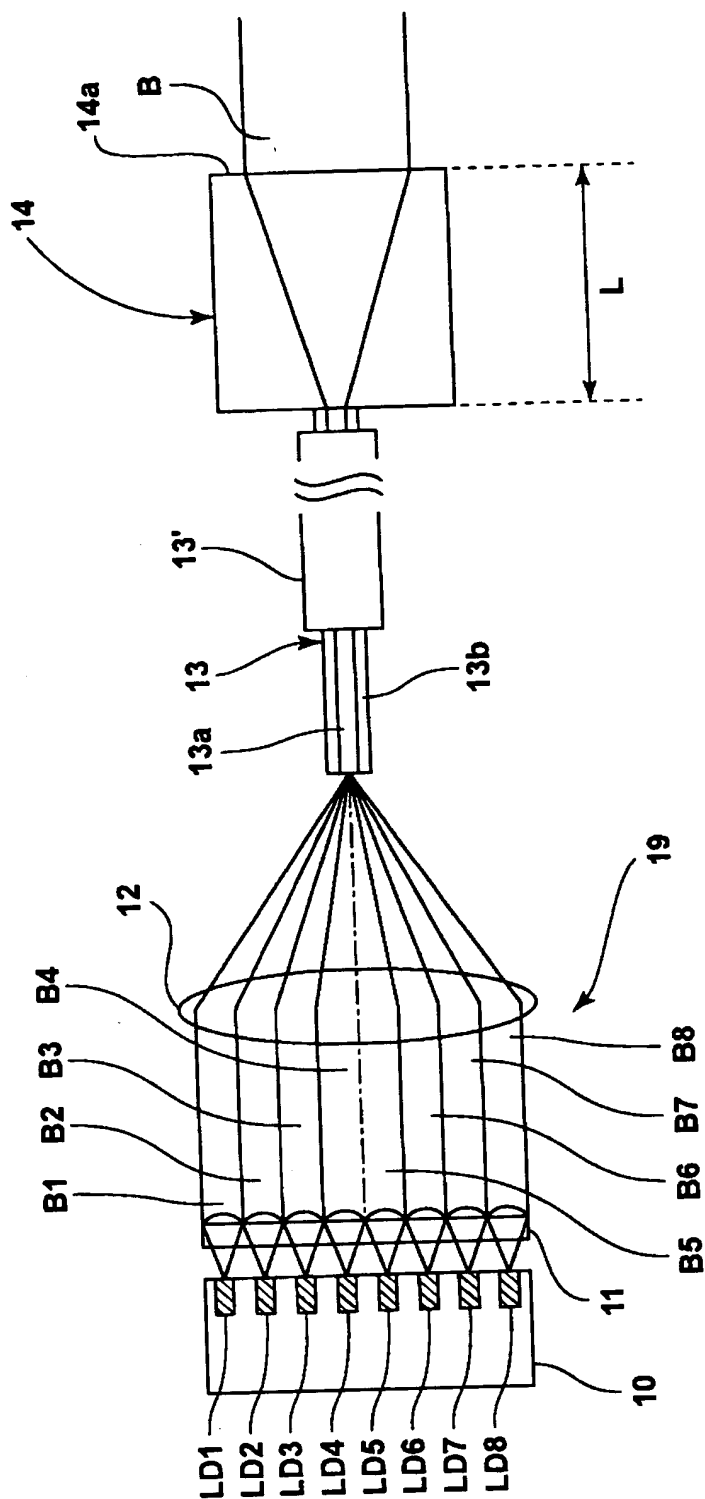
- LD 1 ～ 8 G a N 系半導体レーザ素子
- B, B 1 ～ 8 レーザビーム
- 11 マイクロレンズアレイ
- 12 集光レンズ
- 13 マルチモード光ファイバ
- 13 a コア層
- 13 b クラッド層
- 13' , 23' 樹脂被覆されたマルチモード光ファイバ
- 14 ガラス
- 14 a 出射端面
- 15, 16 金属層
- 17 ハンダ
- 18 端面コート
- 20, 30, 40 パッケージ
- 21, 31 窓ガラス
- 22 蓋
- 23 出射端がメタライズ処理されたマルチモード光ファイバ
- 24, 34 ホルダ
- 32 a 給気口
- 32 b 排気口
- 35 フィルター
- 36 ポンプ

- 37 バルブ
- 38 ボンベ

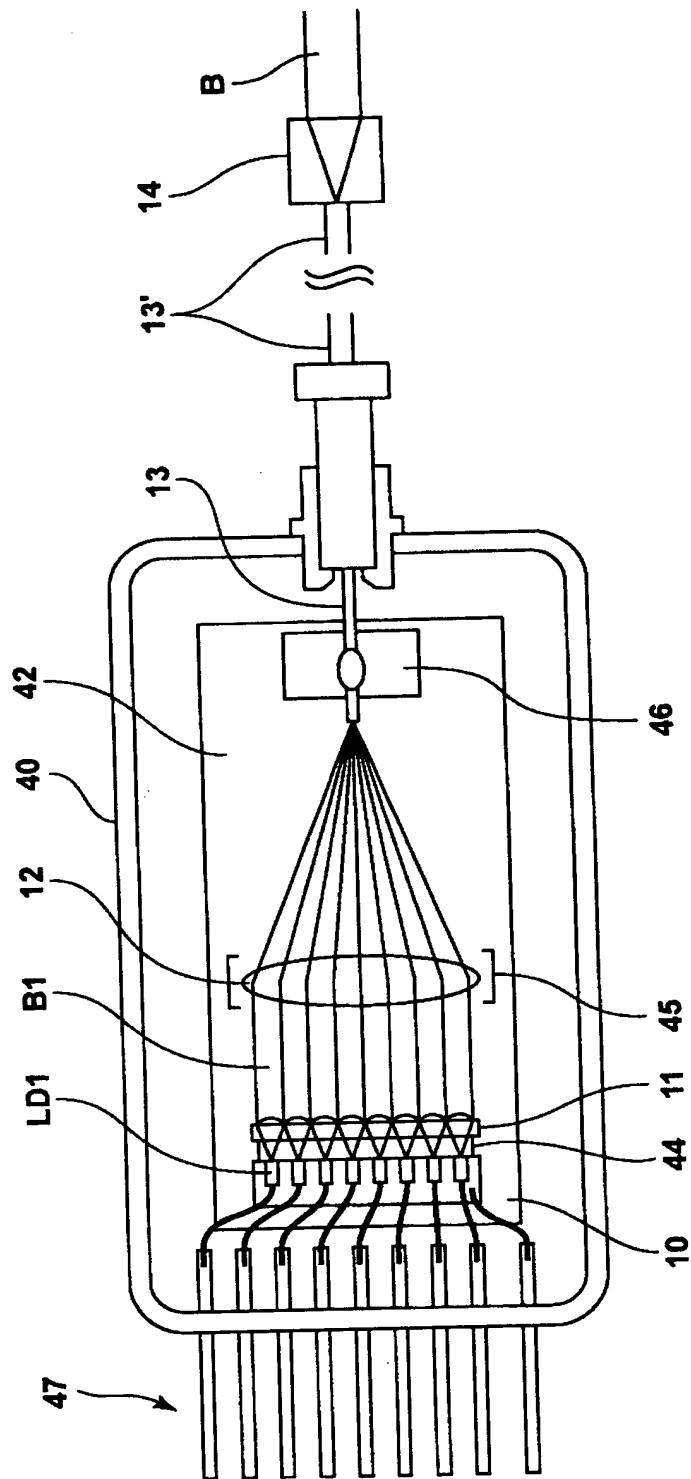
【書類名】

図面

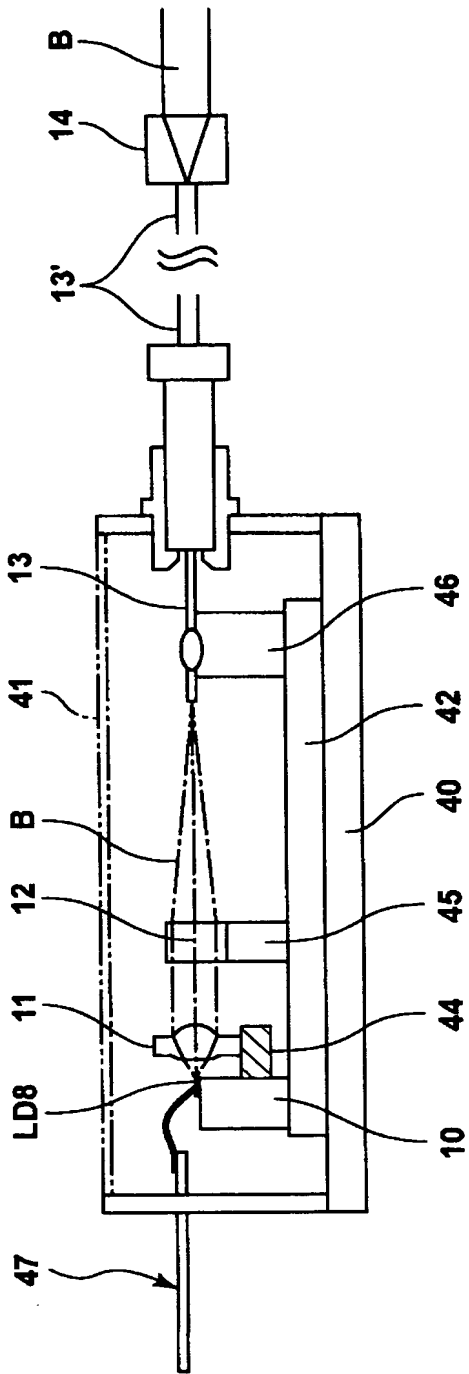
【図 1】



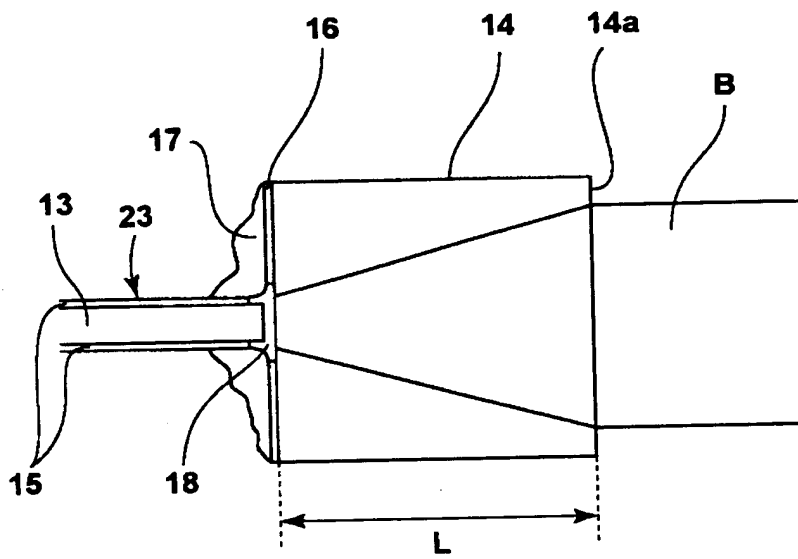
【図 2】



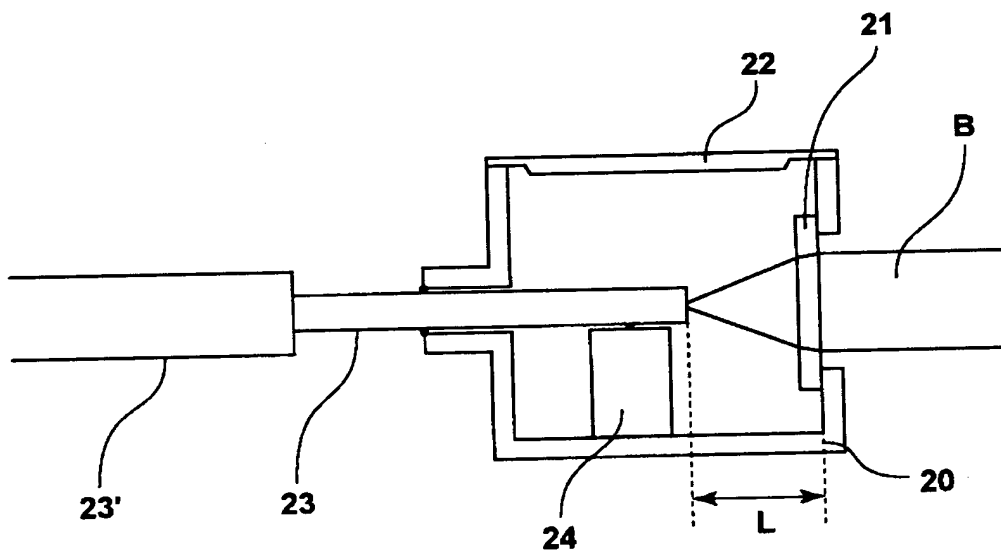
【図 3】



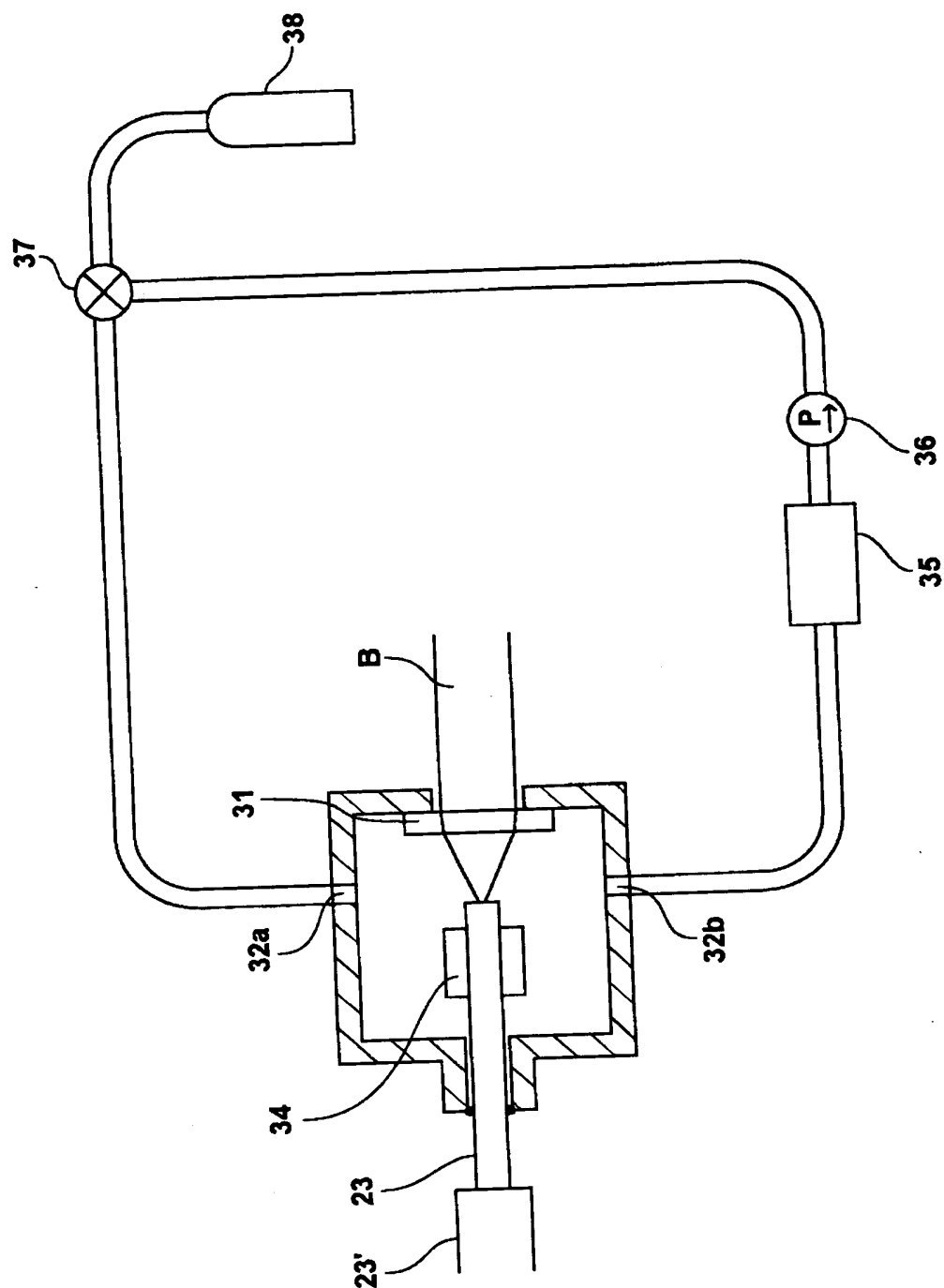
【図 4】



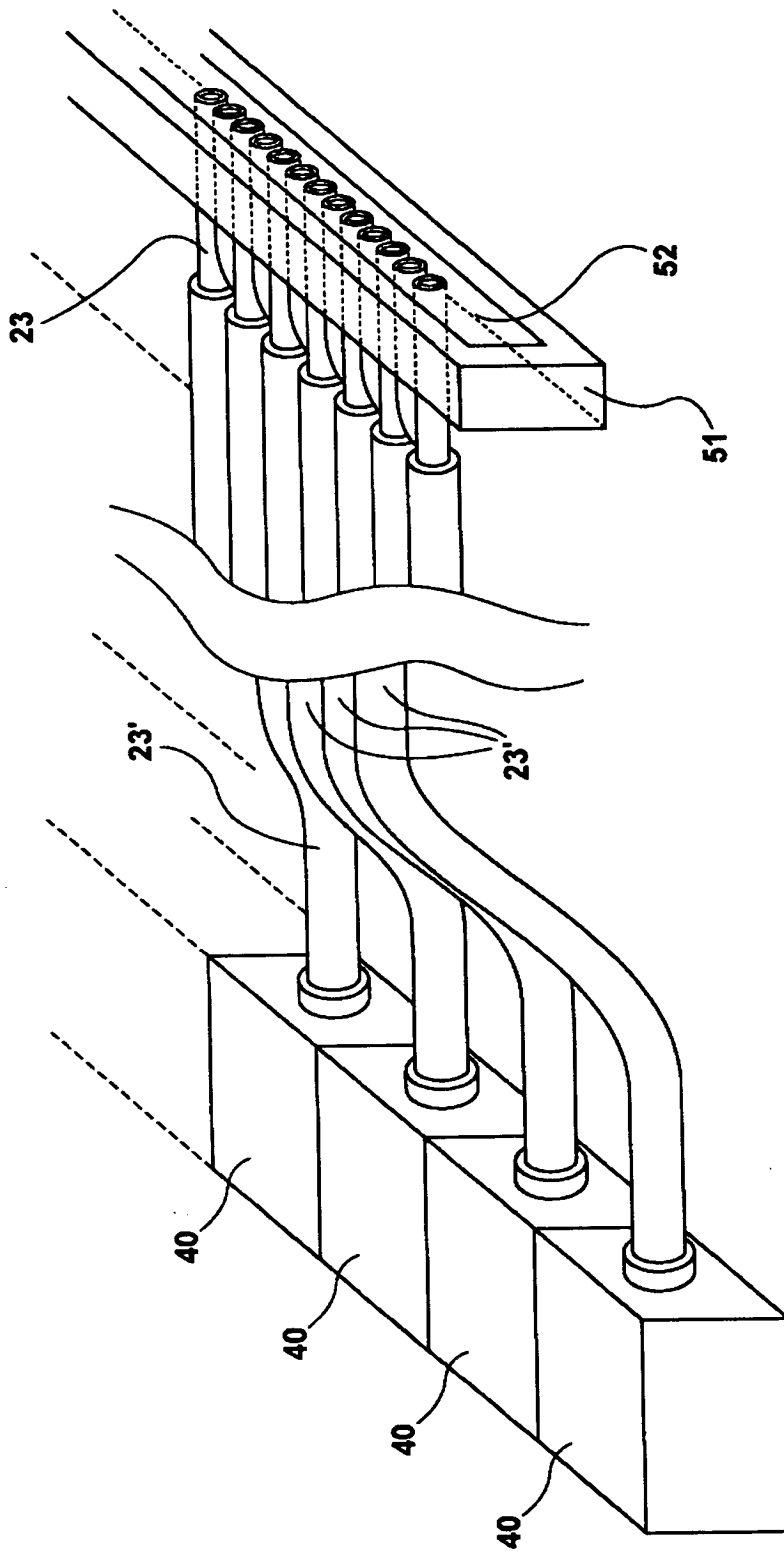
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の半導体レーザ素子と、マルチモード光ファイバと、複数の半導体レーザ素子からそれぞれ出射されたレーザビームを集光しマルチモード光ファイバの入射端に結合させる集光光学系とを備えてなるレーザ装置において、低コストで高い出力と信頼性を得る。

【解決手段】 銅または銅合金からなるヒートブロック（放熱ブロック）10上に配列固定された7個のチップ状態の横シングルモードシングルキャビティGa_{0.9}N系半導体レーザLD1、LD2、LD3、LD4、LD5、LD6、LD7およびLD8と、コリメータレンズ11と、集光レンズ12と、1本のマルチモード光ファイバ13と、マルチモード光ファイバ13とからなるレーザ装置の光ファイバの出射端に直方体のガラス14が融着されている。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-287299
受付番号	50201470920
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成14年10月 8日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月30日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼210番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横 浜KSビル 7階
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横 浜KSビル 7階
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社